

УДК 658.012.102

**В. А. КОЛЕСНИКОВА, Ю. Р. СПАЩАНСЬКИЙ, А. О. ФЕДОРОВ****ВИКОРИСТАННЯ МІРИ БЛИЗЬКОСТІ В ЗАДАЧІ РОЗПОДІЛУ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ НА ОСНОВІ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОДІБНОСТІ ДЕЙКА, ОТІАІ**

Раніше вважалося, що конструктивно-технологічні особливості окремих виробів можна не брати до уваги при розподіленні виробничої програми за плановими періодами (у задачі об'ємно-календарного планування). Автори запропонували увести міри близькості між виробами на основі коефіцієнтів подібності Дейка і Отіаї, коли використовували специфічні особливості багатоваріантного виробництва. Міри близькості відповідають аксиоматичі Фреше. Автори запропонували модель розподілення виробничої програми багатоваріантного виробництва за плановими періодами і на конкретному прикладі довели її ефективність.

**Ключові слова:** міри близькості, коефіцієнти подібності Дейка та Отіаї.

**В. А. КОЛЕСНИКОВА, Ю. Р. СПАЩАНСКИЙ, А. О. ФЕДОРОВ****ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕРЫ БЛИЗОСТИ В ЗАДАЧЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ НА ОСНОВЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПОДОБИЯ ДЕЙКА, ОТИАИ**

Ранее считалось, что конструктивно-технологические особенности отдельных изделий можно не принимать во внимание при распределении производственной программы по плановым периодам (в задаче объемно-календарного планирования). Используя специфические особенности многовариантного производства, авторы предложили ввести меры близости между изделиями на основе коэффициентов подобия Дейка и Отиаи. Меры близости удовлетворяют аксиоматике Фреше. Авторы предложили модель распределения производственной программы многовариантного производства по плановым периодам и на конкретном примере показали ее эффективность.

**Ключевые слова:** меры близости, коэффициенты подобия Дейка и Отиаи.

**V. A. KOLESNIKOVA, Y. R. SPASHCHANSKIY, A. O. FEDOROV****USING MEASURES OF PROXIMITY IN THE PROBLEM OF DISTRIBUTION OF THE PRODUCTION PROGRAM BASED ON THE SIMILARITY COEFFICIENTS OF DAKE AND OTIAI**

Earlier it was considered that constructive and technological features of separate products can not be taken into account during the distribution of the production program according to planned periods (according to the aim of manufacturing resource planning). Using the specific features of multivariate production, the authors proposed to introduce measures of proximity between products based on the similarity coefficients of Dake and Otiai. The proximity measures fulfil the Frechet axiomatics. The authors proposed a model for the distribution of a production program for multivariate production according to planned periods and demonstrated its efficiency by a specific example.

**Keywords:** proximity measures, similarity coefficients of Dake and Otiai.

**Постановка проблеми.** Одним із можливих шляхів підвищення ефективності велико чисельного варіантного виробництва є концентрація виготовлення конструктивно та технологічно близьких виробів (сімейства) в окремі планові періоди.

**Мета статті.** Якщо тривалість виробничого циклу виготовлення виробу менше планового періоду, то конструктивно-технологічні особливості виготовлення окремих виробів можна не приймати до уваги, так же, як і у задачі формування виробничої програми (портфеля замовлень) [1]. Це твердження хибне, що і покажемо на прикладі велико чисельного номенклатурного виробництва.

Використовуючи запропоновані в [3,4] міри близькості на основі коефіцієнтів схожості Дейка і Отіаї порівняти результати розрахунків розподілу виробничої програми по плановим періодам. Деякі коефіцієнти схожості при класифікації об'єктів різної природи наведені [2].

**Основна частина.** З маркетингових позицій для задоволення якомога більшої кількості споживачів підприємство повинно випускати якомога більшу кількість типорозмірів та модифікацій виробів. З позиції виробництва це веде до ускладнення як самого виробництва, так і до ускладнення його організації, що в кінці кінців приведе до здорожчання кожного виробу. Виникає задача нівелювати ці протиріччя.

Великочисельне номенклатурне виробництво (приладобудування та ін.) характеризується специфічними особливостями: при виготовленні окремих виробів невеликими партіями використовуються одні і ті ж деталі і технологічні операції. Комплекси робіт за окремими виробами не є ні повторенням один одного, ні цілком відмінними, а мають як деяку подібність, так і індивідуальну відмінність, що формально можна записати [2]:

$$\begin{aligned} X_i \cap X_j &\neq \emptyset; \quad i, j = \overline{1, n} \quad i \neq j \\ X_i &\not\subset X_j; \quad i \neq j; \quad |X_i| = |X_j| \\ X_i &= \{q_{ij}\}; \quad q_{ij} \in \{0, 1\}; \quad i = \overline{1, m} \end{aligned} \quad (1)$$

Де  $X_i, X_j$  — множина деталей і технологічних операцій, необхідних для виготовлення  $i$ -го і  $j$ -го виробів.

Ми розглядається загальний випадок, коли

$$|X_i| \neq |X_j| \quad (2)$$

З точки зору максимальної спеціалізації виробництва в кожному плановому періоді

передбачається, що оптимальним буде варіант, де в якості критерію буде мінімізуватися функція:

$$\sum_k f^k \rightarrow \min, (3)$$

де  $f^k$  - кількість найменувань виробів, що заплановані до випуску в k-му періоді (при  $f^k = I$  має місце масове виробництво).

Така постановка задачі не зовсім коректна, бо можна отримати множину розподілів з мінімальною кількістю виробів в кожному періоді, але вироби, що увійшли в один і той же період можуть значно відрізнятися детальним та технологічним складом. Такий розподіл не буде сприяти підвищенню ефективності промислового виробництва.

З другого боку максимальна спеціалізація виробництва передбачає мінімізацію числа детальних та технологічних процесів, що використовуються

$$\sum_k \sum_{\substack{i,j=1,n \\ i \neq j}} d_{ij}^k \rightarrow \min (4)$$

де  $d_{ij}$  – міра близькості між виробами, що увійшли в k-й період;  $p$  – кількість детальних та технологічних характеристик, порівнюємих в k-му періоді виробів.

Критеріальні умови (3) і (4) не суперечливі, не суперечливі. В загальному випадку існує множина варіантів розподілу виробничої програми по плановим періодам, що задовольняють таким вимогам. Тому із множини розподілів, що задовольняють (3) необхідно вибрати рішення, що задовольняють (4) та не

суперечать деяким обмеженням: 1) дотримання договірних термінів поставки окремих виробів; 2) сумарна трудомісткість виробів, що випускаються в кожному періоді повинна бути пропорційною його тривалості.

$$\frac{\sum_k W_i^k Z_i^k}{t^k} = \text{const} (5)$$

Де  $W_i^k$  – трудомісткість i-того виробу, запланованого до випуску у k-му періоді;

$Z_i^k$  – кількість виробів запланованих до випуску;

$t^k$  – тривалість k-го періоду.

Концентрація конструктивно і технологічно однорідних виробів в окремі планові періоди сприяє підвищенню спеціалізації виробництва, завдяки зменшенню кількості деталей та технологічних процесів, що використовуються. Це, в свою чергу, поліпшить економічні показники діяльності, бо зменшиться кількість переналадок та зменшиться кількість планово-облікових одиниць у кожному періоді. Таким чином можна зменшити протиріччя між маркетологами та виробниками

**Отримані результати.** Розглянемо гіпотетичний приклад розподілу виконання 6 виробів по 2 періодам (по 3 в кожному періоді), наведений в таблиці 1.

Таблиця 1 – Детальна та технологічна характеристика виробів

Вироби/ характеристики	Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>6</sub>	Д <sub>7</sub>	Д <sub>8</sub>	Д <sub>9</sub>	Д <sub>10</sub>	Д <sub>11</sub>	Д <sub>12</sub>	Д <sub>13</sub>	Д <sub>14</sub>	Д <sub>15</sub>
А		1			1	1			1	1	1	1		1	1
В	1		1	1			1	1			1		1		
С	1	1		1		1		1		1		1			
Д	1		1	1	1		1		1		1		1	1	1
К	1	1	1	1	1	1	1		1				1	1	
Л		1						1		1	1	1	1		1

Пояснення до таблиці 1: Якщо деталь Д<sub>2</sub> є складовою частиною виробу А, то стоїть одиничка на перетині виробу А і Д<sub>2</sub>.

Розрахуємо міри близькості між виробами за формулою на основі коефіцієнту близькості Дейка:

$$d_{ij} = 1 - \frac{2 * |x_i \cap x_j|}{2 * |x_i \cup x_j| + |x_i \cup x_j| / x_i \cap x_j} (3)$$

$$d_{ij} = 1 - \frac{|x_i \cap x_j|^2}{\sqrt{x_i * x_j}}$$

Та міри близькості між виробами за формулою на основі коефіцієнту близькості Отіаї. Розрахунок мір близькості зведемо в таблиці 2 і 3.

Таблиця 2 – Міри близькості між заданими виробами на основі коефіцієнта подібності Дейка

Вироби	A	B	C	D	K	L
A	0	0,95	0,75	0,73	0,73	0,64
B		0	0,8\0,82	0,5	0,68	0,8
C			0	0,91	0,78	0,64
D				0	0,43	0,85
K					0	0,91
L						0

Таблиця 3 – Міри близькості між заданими виробами на основі коефіцієнта подібності Отіаї

Вироби	A	B	C	D	K	L
A	0	0,98	0,75	0,72	0,72	0,6
B		0	0,82	0,49	0,49	0,82
C			0	0,94	0,67	0,67
D				0	0,09	0,87
K					0	0,94
L						0

Всього кількість варіантів розподілу виробничої програми із 6 виробів по 2 періодам по 3 вироби в кожному періоді (сполучень із 6 елементів по 3) можна розрахувати по формулі (5):

$$C_n^t = \frac{n!}{t!(n-t)!}, \quad (5)$$

Їх загальна кількість буде дорівнювати 20, а так як в нашому випадку нема прив'язки конкретного виробу до періоду, то таких варіантів буде всього 10, що відображено в табл.4.

Таблиця – 4 Можливі варіанти розподілу виконання 6 виробів по 3 періодам без повтору.

Таблиця 4.1.- Сума за коефіцієнтом Дейка.

1-й період		2-й період	$\sum\sum$ Дейка
ABC	+	DKL	4,31
ABD		CKL	4,13
ABK		CDL	4,41
ABL		CDK	4,56
ACD		BLK	4,35
ACK		BDL	3,91
ACL		BDK	3,12
ADK		BCL	3,67
ADL		BCK	3,98
AKL		BCD	4,06

Таблиця 4.2.-Сума за коефіцієнтом Отіаї.

1-й період		2-й період	$\sum\sum$ Отіаї
ABC	+	DKL	4,51
ABD		CKL	3,65
ABK		CDL	4,39
ABL		CDK	4,01
ACD		BLK	4,38
ACK		BDL	3,71
ACL		BDK	3,24
ADK		BCL	3,58
ADL		BCK	3,87
AKL		BCD	3,93

**Висновки.** Проведені розрахунки показали, що задовольняє критерію (4) один і той же варіант розподілу виробів з використанням міри близькості як на основі коефіцієнтів схожості Дейка, так і на основі коефіцієнтів схожості Отіаї: ACL – BDK.

Варіант ACL – BDK розподілу виробів з використанням міри близькості дозволяє підвищити поточну спеціалізацію виробництва, зменшуючи кількість планово-облікових одиниць в кожному періоді (в першому періоді необхідно виготовляти 11 різноманітних деталей чи використовувати технологічних операцій, у інших періодах потрібно 13 різноманітних деталей чи технологічних операцій). Інші варіанти дають більшу кількість планово-облікових одиниць в кожному періоді (наприклад варіант ADL-CDK потребує контролювати відповідно 15 та 14 позицій).

Такий розподіл зменшує навантаження на операційних менеджерів, так як їм потрібно контролювати меншу кількість планово-облікових одиниць.

Не вдаючись в специфіку класифікації об'єктів, що вивчали названі дослідники, можна зробити висновок, що запропоновані ними коефіцієнти схожості тотожні.

#### Список літератури:

1. Первин Ю. А., Португал В. М., Семенов А. І. *Планування малосерійного виробництва в АСУП*. Москва.: Наука, 1973. – 455 с.
2. Боннер Р.Е. *Деякі методи класифікації*. – В кн. Автоматический анализ сложных изображений. Москва.: Мир, 1969. – 273 с.
3. Салига В. І., Федоров А.О. *Модель поточної спеціалізації у задачі розподілення квартальної програми*. «Електротехнічна промисловість», вик. 8 (454), 1977. с. 23-25.
4. Федоров, А.О., Лопухін Ю.В., Скобліков А.Ю. // *Завдання метрики у задачах класифікації об'єктів різної природи АСУ приладів автоматики* : всеукр. міжвед. науч.-техн. сб. – Харків. : Изд-во ХНУРЕ, 2010. – Вик. 151. – С. 96–100

#### References(transliterated) :

1. Pervin J.A., Portygal V.M., Semenov A.I. "Planyvannja maloserijnogo vurobnutstva v ASYP. [ Planning small-scale production ] Moscow.:Nayka,1973.-455 p
2. Bonner R.E. *Nekotore metody klasifikatsii. [Some classification methods]- V kn. Avtomaticheskij analiz sloznych izobrazhenij. Moscow: Mir,1969.-273 p.*
3. Saluga V.I., Fedorov A.A. *Model potочноi specializacii y zadachi rozpodilennja kvartalnoi programy "Elektrotehnična promuslovist"* [A model of current specialization in the task of distributing a quarterly program. "Electrical engineering industry"] ,vuk, 8(454),1977.p. 23-25.
4. Fedorov A.A., Lopyhin J.V., Skoblikov A.J./*Zavdannja metruku v zadachah klasufikacii ob'ektiv riznoi prurodu [The task of metrics in the tasks of classification objects of different nature] /ASY I pruladu avtomatuku: vceykr.mezved. naych.-techn.cb.-Xarkov.:Izd-vo HNYRE, 2010-Vuk.151.-p.96-10*

Надійшла (received) 10.01.2018

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Колеснікова Вероніка Анатоліївна (Колесникова Вероника Анатолієвна, Kolesnikova Veronika Anatoliivna)** – Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», студент; тел. (095)6925214; e-mail: [veronika250897@gmail.com](mailto:veronika250897@gmail.com)

**Спащанський Юрій Романович (Спащанский Юрий Романович, Spashchanskiy Yuriy Romanovich)** - Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», студент; тел. (099)9342831; e-mail: [yura.spa.zzz@gmail.com](mailto:yura.spa.zzz@gmail.com)

**Федоров Андрій Олексійович (Федоров Андрей Алексеевич, Fedorov Andriy Aleksijovich)**- кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський Політехнічний Інститут», доцент кафедри організації виробництва та управління персоналом, тел. (066)6163314